



CENTRE FOR ENERGY RESEARCH HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

On-line Ballooning and Burst Investigation of E110 and E110G Fuel Cladding

Richárd Nagy, Márton Király

MTA EK, Hungary

Tamás Szepesi

MTA Wigner, Hungary

Óbuda University

Budapest, 25-26. January, 2018.

Study summary (in Hungarian)

I. semester

- **A képlékenységtan alapjai** (6) - Ruzinkó Endre – jó *
- **Szilárdtestkémia** (6) – Stirling András – jeles *
- Anyagtudományi szeminárium (3) – Recskiné Borsa Judit – teljesítette
- Kutatási projekt 1 (10) – aláírás
- Kutatási beszámoló 1 (6) – teljesítette

II. semester

- **Válogatott fejezetek az anyagvizsgálati módszerekből 1** (6) – Takács Erzsébet – jó *
- **A képlékeny kúszás nem klasszikus feladatai** (6) – Ruzinkó Endre – jó *
- **Hőtranszport végelem modellezése** (6) – Borza Sándor – jeles *
- Kutatási projekt 2 (10) – aláírás
- Kutatási beszámoló 2 (6) – teljesítette

III. semester

- **Válogatott fejezetek az anyagvizsgálati módszerekből 2** (6) – Recskiné Borsa Judit – jó *
- Orosz nyelv kezdő (2) – Solymosiné Molnár Margit - jó
- Interfaces (English) (3) – Horváth Márk - jó
- Kutatási projekt 3 (10) – aláírás
- Kutatási beszámoló 3 (6) – teljesítette

IV. semester

- **Korszerű módszerek a tömegspektrometriában** (6) – Kéki Sándor *
- **Polimerek fizikai kémiája** (6) – Pekker Sándor – közepes *
- Kutatási projekt 4 (10) – aláírás
- Kutatási beszámoló 4 (6) – teljesítette

Recent state of theses

Theses is under construction, recently:

- collecting literature
- reading and summarize literature
- theory of creep
- theory of thermal expansion

Measurement is done:

- creep measurement
- thermal expansion measurement

Program (finite element):

- geometry model is developed

Missing:

creep simulation

Contents

- Test facility
 - Furnace construction
 - Telescope parameter
 - Pressure regulation
- Results of preliminary tests
- Results of the high-speed camera experiments
- Summary

Objectives

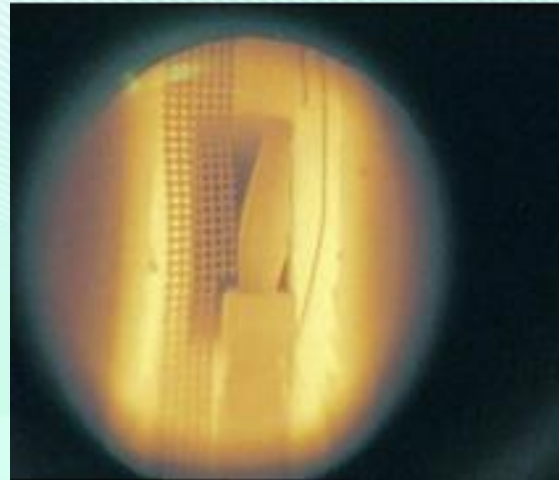
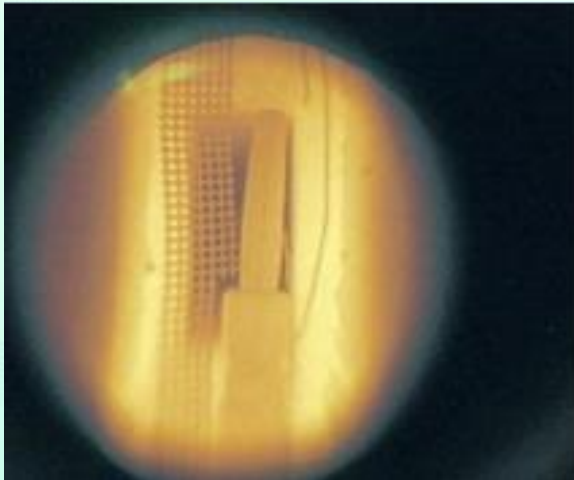
No information on time-dependent burst

- Optically observe the ballooning and burst
- Numerical models require time-dependent data

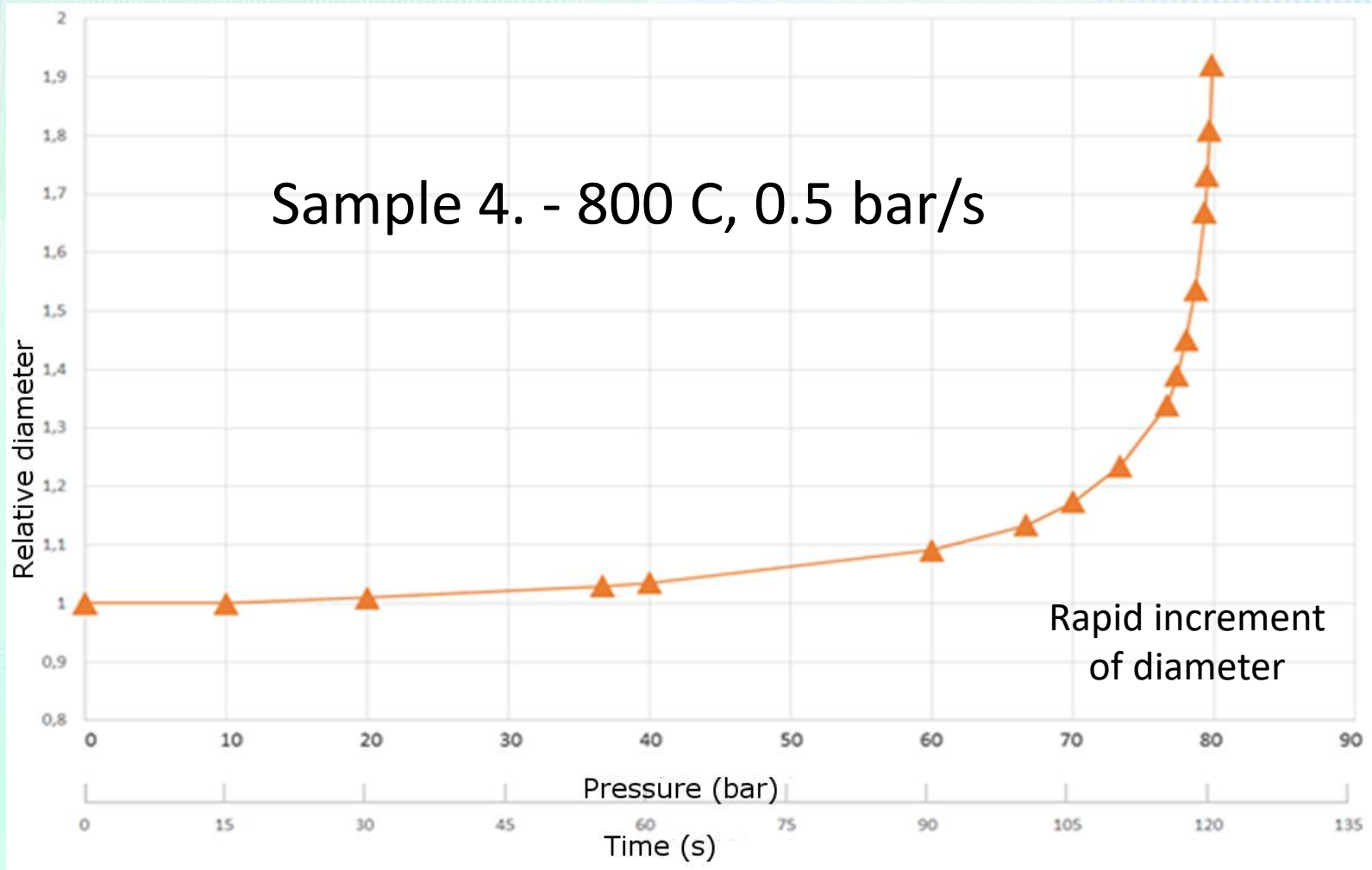


Regular camera recording

- the bending of the sample happened during the ballooning
- the bending was not caused by rocket effect of the argon blast
- the sample has been bent, ballooned, and cracked
- the crack opened on the convex side of the sample



Diameter of the tubes as a function of time

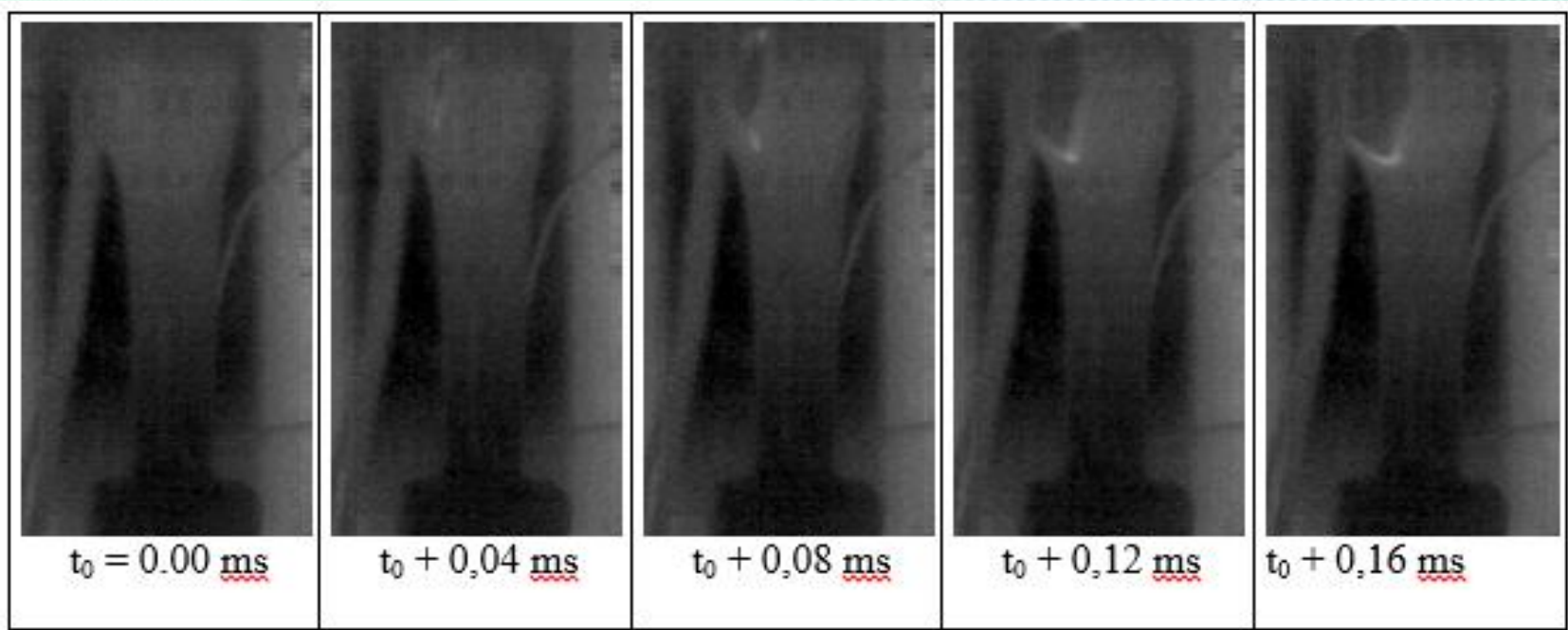


Results of the high-speed camera experiments

Crack opening and propagation

* 100,000 fps

** 0.20 ms



Results of the high-speed camera experiments IV.

- debris has fallen from the sample
- no permanent deformation remains from the rocket effect
- the edge of the crack has significantly warmed up
- time scale of the crack propagation is
200 μ s (0,2 ms) !

Conclusions

- Optical observation of ballooning and burst phenomenon was accomplished
- Kinetics of ballooning was recorded and measured
- High-speed video recording of the cladding burst was successfully completed
- Data for numerical models is available
- Local warm up at the burst observed
- Burst duration identified (200 μ s)
- Automatic shape recognition program developed
- WRFPM lecture has been given and paper has been printed

Richárd Nagy, Márton Király, Tamás Szepesi, **Visual Observation of Ballooning and Burst Phenomena of a VVER Fuel Cladding**, 2017 Water Reactor Fuel Performance Meeting, Jeju, Korea, September 10 (Sun) - 14 (Thu), 2017

Further tasks of Ph.D.

Subjects for credits

Kutatási project 5,6

Kutatási beszámoló 5,6

Scientific tasks

Numerical modelling of creep

Russian language certificate

References

A pihentető medence súlyos baleseti forrástag meghatározása, Hózer Z., **Nagy R.**, Szabó P., et.al. 2013*

Nagy kiégésű fűtőelemek használatának megalapozása 1, Kulacsy K., **Nagy R.**, Vér N., Vimi A., 2014*

Nagy kiégésű fűtőelemek használatának megalapozása 2, Kulacsy K., **Nagy R.**, Vér N., Vimi A., 2014*

Az E110G fűtőelem burkolat szakítószilárdságának és kúszásának vizsgálata, Király M., Nagy R., et.al., 2014*

Az E110G fűtőelem burkolat üzemi és magas hőmérsékletű kúszásának vizsgálata, Király M., **Nagy R.**, et.al., 2015*

Fűtőelem burkolatok elridegedésének vizsgálata szegmentált szerszámmal, Király M., **Nagy R.**, et.al., 2015*

Fűtőelem burkolat felhasadásának on-line vizsgálata magas hőmérsékleten, Király M., **Nagy R.**, Szepesi Tamás, 2016*

Richárd Nagy, Márton Király, Tamás Szepesi, Visual Observation of Ballooning and Burst Phenomena of a VVER Fuel Cladding, 2017 Water Reactor Fuel Performance Meeting, Jeju, Korea, September 10 (Sun) - 14 (Thu), 2017

An Experimental Study on Critical Heat Flux in Vertical Annulus under Low Flow and Low Pressure Conditions

Gustav Mayer, **Richard Nagy**, Imre Nagy

Nuclear Engineering Design, 310 (2016), 461-469, NED-D16-0061R1

Optical Properties of Zr and ZrO₂

P. Petrik, A. Sulyok, T. Novotny, E. Perez-Feró, B. Kalas, E. Agocs, T. Lohner, D. Khomenkova, **R. Nagy**, M. Menyhárt, Z

Hózer, Applied Surface Science, 2016, APSUSC-D16-0686R1

Numerical Simulation of the Telescope Sipping of a Leaking VVER Fuel Assembly

P. Szabó, Z. Hózer, K. Kulacsy, B. Somfai, **R. Nagy**, T. Burján, I. Baracska Varjú, T. Pintér

Annals of Nuclear Energy, 99 (2017) 345-352

*Reports are available at MTA EK secretariat. MTA EK kutatási jelentések. Elérhetők az MTA EK titkárságán keresztül. <http://www.energia.mta.hu>



CENTRE FOR ENERGY RESEARCH HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

Thank you for your attention!

nagy.richard@energia.mta.hu